

Consequências da composição corporal na produção do Português

Europeu: estudo de resultados preliminares

*Débora Franco¹, Mário Andrea², Maria Isabel Fragoso³, Júlia Teles³,
Fernando Martins⁴*

¹Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Leiria e Centro de Linguística da Universidade de Lisboa; ²Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa; ³Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa; ⁴Centro de Linguística da Universidade de Lisboa e Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.

¹debora.franco@hotmail.com; ²ma.andrea@sapo.pt; ³ifragoso@fmh.utl.pt;

⁴fmartins@fl.ul.pt.

Abstract

We found that production parameters of a European Portuguese corpus are influenced by body composition: more prominently in the frequency parameters (f0, DP f0 and formants), perturbation parameters and noise parameters, for vowel segments [a] and [i]. We concluded that extralinguistic patterns of voice quality were significantly correlated with body composition and somatotype. The vocal quality characterization of a speaker can allow the identification of his particular phonetic settings and the use of his anatomic mechanism, during speech.

Keywords: Voice quality, Extralinguistic patterns, Acoustical evaluation, Body composition, Somatotype.
Palavras-chave: Qualidade vocal, Parâmetros extralinguísticos, Avaliação acústica, Composição corporal, Somatótipo.

1. Introdução

A fala, para além de outras qualidades consideradas únicas na espécie humana, é um dos aspetos vitais mais importantes da humanidade. Ela permite a transmissão de informação oral a uma velocidade que é dez vezes mais rápida do que aquela que poderíamos alcançar com outros sons (Lieberman, 2006).

A qualidade vocal é uma característica de uma sequência fonética audível, produto da atividade laríngea e do trato vocal, sendo particular em cada indivíduo (Abercrombie, 1967; Laver, 1980). A especificidade da qualidade vocal remete para a análise de características anatómicas e fisiológicas do falante, não só associadas diretamente à laringe e trato vocal mas também associadas ao restante corpo.

São vários os fatores que podem influenciar a qualidade vocal, sendo esses fatores linguísticos, paralinguísticos e extralinguísticos (Laver, 1980). O impacto das características anátomo-fisiológicas intrínsecas ao falante, enquadradas neste último fator – extralinguístico – tem sido pouco explorado, embora se tenha assumido como fundamental na prática clínica. O impacto da morfologia corporal na perspetiva da variação da qualidade vocal é ainda incipiente, remetendo-se sobretudo para o efeito de variáveis como sexo e idade (Andrews, 2006; Baken & Orlikoff, 2000; Guimarães & Abberton, 2005; Russell et al., 1995; Sussman & Sapienza, 1994). O estudo exploratório apresentado pretende analisar a qualidade vocal à luz da morfologia corporal, nomeadamente da composição corporal e do somatótipo. Centra-se a análise na produção de algumas vogais do Português Europeu (PE), com o intuito de se descrever influências próprias do falante na sua qualidade vocal. Pretende-se assim, conseguir um conhecimento mais aprofundado da variação fonética do PE, através do estudo da variabilidade extralinguística. Assim, pretende-se ampliar o conhecimento atual sobre a relevância das características

vocais decorrentes de diferenças anatómicas entre os indivíduos que influenciam a produção vocal e pretendeu-se, também, lançar uma luz sobre a existência ou não de relações entre características de morfologia corporal e a incidência de patologia vocal.

Como objetivos a alcançar, o presente trabalho pretende: (a) compreender o efeito de fatores extralinguísticos nos segmentos vocálicos produzidos, através da determinação do efeito da composição corporal e do somatótipo na qualidade vocal; (b) descrever o efeito deste conhecimento na individualidade vocal.

O artigo encontra-se estruturado da forma que se passa a enumerar. Seguida desta introdução, encontra-se a secção 2, onde se enquadra o contributo de parâmetros extralinguísticos no estudo da língua (Fonética). Na secção 3, descrevem-se os procedimentos metodológicos. Em seguida, na secção 4, são apresentados os resultados obtidos, sendo discutidos na secção 5. Na última secção, destacam-se as principais conclusões e algumas sugestões para estudos futuros.

2. Enquadramento teórico

A qualidade vocal é um importante veículo de informação sobre as características físicas, psicológicas e sociais do falante (Laver, 1980). As características físicas são consideradas extralinguísticas, não tendo qualquer influência no significado linguístico (Kuwabara & Sagisaka, 1995; Laver & Trudgill, 1979). Segundo Laver e Trudgill (1979), as características extralinguísticas podem ser de dois tipos: (a) diferenças anatómicas entre falantes; (b) a configuração do seu trato vocal durante a fala.

As características anatómicas do falante com influência na qualidade e dinâmica vocais são denominadas de *hardware* (Kuwabara & Sagisaka, 1995). Segundo Laver e Trudgill (1979), os fatores com influência na qualidade vocal dizem respeito ao tamanho do trato vocal, dos lábios, da língua, da cavidade nasal, da faringe e da mandíbula, às características de dentição e à morfologia da laringe. Estes fatores anatómicos impõem limites sobre a gama de efeitos espectrais que o falante pode, potencialmente, controlar acusticamente, como a frequência dos formantes, a gama de amplitudes e a distribuição de ruído aperiódico no espectro. As influências anatómicas que têm impacto na dinâmica vocal devem-se a fatores como dimensão e massa das pregas vocais, e ao volume respiratório. Naturalmente, estes fatores anatómicos impõem limites na gama de frequência fundamental (f_0) e de amplitude (Laver & Trudgill, 1979).

O julgamento da qualidade vocal, por parte do ouvinte, é também influenciado pelas características físicas do falante, aspetos estes invariantes e involuntários da performance do falante (Laver & Trudgill, 1979). O ouvinte aprecia as características físicas, a idade e o sexo, as quais são características intrínsecas da variabilidade morfológica do indivíduo. Por outro lado, a presença ou ausência de patologia também é inferida com alguma precisão (Laver & Trudgill, 1979). Estas inferências têm sido estudadas por alguns investigadores (Collins, 2000; Evans, Neave, Wakelin & Hamilton, 2008) embora os seus resultados não sejam consensuais.

O segundo tipo de características extralinguísticas referidas por Laver e Trudgill (1979) diz respeito à configuração do trato vocal, durante a fala. A atividade supraglótica do trato vocal, ou seja, a função articulatória, tem sido descrita desde a Teoria Acústica de Produção de Fala ou Teoria Fonte-Filtro (Fant, 1960). Esta teoria pode ser explicada como o produto sonoro audível produzido primeiramente por uma fonte sonora em conjunto com uma fonte de energia, e modelado pelos filtros. A energia do ar expirado é capaz de causar modificações nas várias estruturas do sistema respiratório e digestivo envolvidas no ato de fonação, ou seja, de deslocar a fonte sonora periódica, nomeadamente as pregas vocais, do seu estado de repouso assim como outras estruturas do sistema estomatognático, como as cavidades oral e nasal (fontes sonoras aperiódicas). Essas modificações são conhecidas acusticamente como filtros. O trato vocal atua como um filtro e as suas frequências de ressonância designam-se por formantes. Os formantes correspondem a conjuntos de harmónicas reforçadas (múltiplas de f_0). No caso das vogais, são reconhecidas pelos seus formantes, os quais são produzidos por mecanismos articulatórios e modificados por ajustes específicos do trato vocal. O primeiro formante, denominado F1, tem relação direta com as cavidades formadas em função da abertura da mandíbula, abaixamento ou elevação da língua, deslocamento vertical e constrição laríngea. F2 é o correlato das cavidades de ressonância consequentes do movimento horizontal da língua e, por sua vez, F3 depende do tamanho da cavidade oral (Guimarães, 2007; Mateus, Falé & Freitas, 2005).

As diferenças no tamanho, forma e tônus muscular das estruturas da laringe desempenham um papel importante na produção vocal (Ní & Gobl, 1999). Pouco se sabe acerca da influência das características morfológicas do falante na individualidade da qualidade vocal e nas propriedades dos segmentos fonéticos produzidos. O sinal acústico produzido por diferentes tratos vocais e a influência da informação específica e intrínseca do falante são assuntos com interesse nas últimas duas décadas (Boë et al., 2013; Collins, 2000; Evans, Neave & Wakelin, 2006; Fitch & Giedd, 1999; González, 2004; Hamdan et al., 2012, 2013). Estudos relacionando parâmetros acústicos de qualidade vocal e aspetos morfológicos do falante começaram a desenvolver-se, primeiramente com macacos (Hauser, Evans & Marler, 1993) e mais recentemente com humanos (González, 2004; Hamdan et al., 2012; Hamdan et al., 2013). Percetivamente, os ouvintes julgam a qualidade vocal de um falante com base nos seus atributos físicos (Laver & Trudgill, 1979).

O estudo da qualidade vocal pressupõe, primeiramente, uma definição desse conceito. No âmbito deste estudo, a qualidade vocal é entendida como um som (ou sequência fonética) audível realizado pela atividade laríngea a qual deve ter uma eficiência máxima para que percutivamente, o ouvinte a julgue como agradável e eficaz, e o próprio emissor se sinta confortável na sua emissão, quer anatomofisiologicamente, quer percutivamente. Uma voz com qualidade significa que os segmentos fonéticos são produzidos no seu espaço articulatório característico.

A qualidade vocal é então caracterizada por: (a) características físicas de comprimento, massa, tensão e elasticidade das pregas vocais; variações do funcionamento laríngeo; (b) pressão pulmonar subglótica; (c) dimensão, forma e propriedades de reflexão do trato vocal; (d) tipo de comportamento vocal (Guimarães, 2007). Este fenómeno aerodinâmico e articulatório origina um sinal acústico que pode ser descrito por vários parâmetros acústicos, estritamente espectrais. Estes têm uma estreita associação com parâmetros auditivos dinâmicos ou percutivos (Laver & Trudgill, 1979). A decomposição do sinal acústico em parâmetros acústicos é o método adotado neste estudo experimental, para se alcançar os objetivos definidos inicialmente. A definição de dados normativos para a produção de fala envolve o conhecimento acerca de diferenças biológicas refletidas na produção dos segmentos fonéticos.

Falar-se de fenómenos fonéticos e de qualidade vocal só faz sentido considerando as variáveis físicas e auditivas associadas à produção e perceção de fala. A comunicação interpessoal envolve estruturas que constituem o sistema estomatognático, o qual pressupõe equilíbrio constante para que as suas funções sejam realizadas harmoniosamente (Douglas & Oncins, 2013; Laver & Trudgill, 1979). Cada ação muscular deverá ser cooperativamente facilitada por todos os sistemas musculares, potenciando a sua atividade (Laver & Trudgill, 1979). A produção de fala pressupõe: (a) a corrente expiratória, (b) a vibração das pregas vocais para alguns dos sons (fonte de ruído periódico), (c) propriedades de reflexão e configuração do trato vocal (filtros), e (d) um sistema neurofisiológico que coordena todas estas atividades (Behlau & Pontes, 1995; Guimarães, 2002, 2007; Laver & Trudgill, 1979). A sua análise só faz sentido enquanto partes de um todo comum – o corpo humano.

Existem vários modelos e técnicas que permitem a avaliação da composição corporal. Se for possível estimar um componente da composição corporal, como a massa gorda (MG), o corpo pode ser descrito como um modelo de dois compartimentos, constituído por MG e massa livre de gordura (MLG). Este modelo de avaliação para a descrição da composição corporal *in vivo*, denominado de dois compartimentos, é o mais antigo e o mais comum. Para o modelo e métodos de dois compartimentos, é fundamental o pressuposto de uma composição constante de MLG (Brozek et al., 1963; Pace & Rathbun, 1945; Siri, 1961). No entanto, a caracterização da composição corporal apenas com base em duas medidas é demasiado simplista. À medida que mais componentes são medidos, os métodos tornam-se mais precisos. Neste trabalho foram medidas diversas variáveis antropométricas para a caracterização da composição corporal.

Apesar dos avanços tecnológicos nos métodos de avaliação da composição corporal, a simplicidade e baixo custo das medidas antropométricas, faz delas as variáveis mais comumente utilizadas em investigação (Barsties et al., 2013; Branco, 2012; Caninas, 2002; Evans et al., 2008; Feliz, 2003; Hamdan et al., 2012; Hamdan et al., 2013; Hamdan et al., 2014; Minderico, 2006; Santos, 2013; Silva, 2005; Solomon et al., 2011). A antropometria, ao permitir explicar os valores dos caracteres mensuráveis do corpo (Branco, 2012; Caninas, 2002; Santos, 2013), traduz-se num instrumento de deteção de problemas

na área da saúde, de avaliação maturacional e da variabilidade morfológica (Fragoso, 1992; Fragoso & Vieira, 2011), sendo por isso utilizada no presente estudo.

Por outro lado, o somatótipo é um método de investigação fundamental em antropologia, usado para estudar dimensões e proporções morfológicas em indivíduos vivos (Tóth et al., 2014). O somatótipo ou tipologia morfológica é o estabelecimento de diferentes tipos constitucionais. Envolve um conjunto de características morfológicas que podem integrar um indivíduo numa determinada categoria: morfotipo ou tipo morfológico (Carter & Heath, 1990; Vieira & Fragoso, 2006). A determinação da tipologia morfológica é feita atendendo a uma série de três dígitos: (a) o primeiro dígito diz respeito ao endomorfismo ou grau relativo de adiposidade; (b) o segundo dígito relaciona-se com o grau de desenvolvimento musculo-esquelético; (c) o terceiro dígito refere-se ao ectomorfismo ou grau de desenvolvimento de comprimento, também referido como linearidade (Carter & Heath, 1990). O somatótipo fornece informação sintética sobre a constituição física do indivíduo e, nesse sentido, poder-se-á retirar conclusões acerca da sua eficiência motora (Sterkowicz-Przybycień, 2010). Na nossa opinião, o tipo constitucional parece ser um outro padrão biológico de importância no estudo da qualidade vocal e nas patologias vocais, mas nunca estudado.

Num estudo prévio, verificámos que as características dimensionais e proporcionais, especialmente da cabeça e do tórax, estão relacionadas com alterações posturais e com a qualidade vocal (Franco et al., 2014). Atendendo aos dados expostos neste enquadramento, supomos agora que a composição corporal pode influenciar a produção vocal, porque a quantidade de gordura na laringe (glote) e no trato vocal poderá influenciar a qualidade vocal e os ajustes fonéticos realizados. Julgamos, também, que a eficiência motora da laringe pode estar relacionada com o morfotipo do falante, porque poderá afetar a pressão subglótica, o comprimento das pregas vocais e a movimentação vertical da laringe durante a fonação. Atendendo ao nosso conhecimento, os estudos que incluíam a descrição somatotópica de falantes disfónicos e a relação entre padrões físicos e somatotópicos com qualidade vocal são escassos, o que torna relevante o seu estudo. Este texto apresenta resultados preliminares de uma experiência.

3. Metodologia

3.1. Participantes

A amostra analisada neste estudo foi composta por 74 indivíduos adultos, dos quais 35 eram do sexo masculino (47,30%) e 39 do sexo feminino (52,70%). Os critérios de inclusão definidos para a constituição da amostra foram os seguintes: a faixa etária dos falantes situava-se entre os 20 e os 50 anos, inclusive; eram falantes do PE enquanto língua materna; não apresentavam alterações respiratórias funcionais; e forneceram consentimento livre e informado. Como fatores de exclusão definiu-se a presença de perturbação músculo-esquelética de causa congénita ou adquirida nos primeiros anos de vida (nomeadamente, malformação craniofacial, doença músculo-esquelética, traumas ortopédicos, doenças respiratórias, doenças neurológicas e indivíduos tenham sido sujeitos a cirurgia à laringe).

3.2. Métodos

Os procedimentos experimentais para a constituição do *corpus* ocorreram no ano de 2012, no Departamento de Otorrinolaringologia, Voz e Perturbações da Comunicação do Hospital Santa Maria, da Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa. Para a determinação de elegibilidade, os potenciais participantes a incluir na amostra foram submetidos a uma entrevista estruturada e a uma espirometria. Seguidamente, os falantes foram alvo de avaliação morfológica e avaliação da qualidade vocal conforme esquematizado na Figura 1.

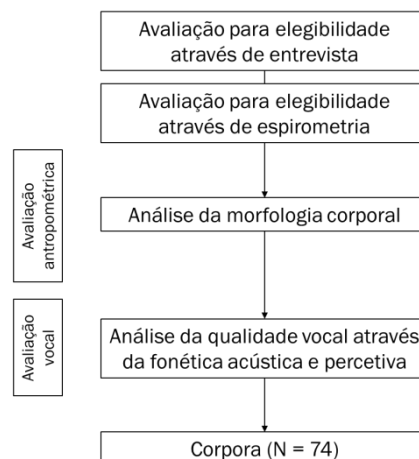


Figura 1. Sequencialização dos procedimentos experimentais para determinação dos materiais analisados neste estudo.

3.2.1. Avaliação morfológica

Para avaliação morfológica, foi adotada a antropometria. As medidas foram obtidas considerando as técnicas padronizadas adotadas pela *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) e foram obtidas pelo mesmo avaliador: um antropometrista acreditado pelo ISAK.

As medidas antropométricas incluíram: massa corporal (kg), estatura (cm) (Martin, Spenst, Drinkwater & Clarys, 1990); oito pregas adiposas (mm) nomeadamente, tricipital, subscapular, bicipital, iliocristale, supraspinale, abdominal, crural, geminal; quatro medidas de perímetros (cm), braço relaxado, braço em contração, mesoesternal, geminal (max); um comprimento (cm) acromiale-dactylion; e oito diâmetros (cm), nomeadamente biacromial, biiliocristale, toraco-transverso, toraco-sagital (anterior-posterior), biepicondylar umeral, styliion-ular, bicôndilo femoral e maleolar.

Foram utilizados instrumentos portáteis para realizar todas as medidas antropométricas. O *technical error of measurement* foi menor que 5% para as pregas adiposas e menor que 1% para as restantes medidas.

Para medir a altura e a altura sentada, foi utilizado o antropómetro de Rudolf Martin (Siber-Hegner ®). Em relação à massa total do corpo, foi usada uma balança (Secca ®, Germany) permitindo uma precisão de 500 g. Para diâmetros e comprimentos, foi usado um grande paquímetro e um paquímetro de ampla expansão (Siber-Hegner ®). No caso das pregas adiposas, foi utilizado um compasso de pregas adiposas (Slim Guide ®), permitindo leituras até décimas de mm (as pontas a uma pressão de 10 mg/cm²). Para a medição dos perímetros, foi utilizada fita métrica (Rosscraft ®) com uma escala em mm.

A densidade corporal foi estimada através das equações de Durnin e Womersley (1974), de Petroski (1995) e de Jackson, Pollock e Ward (1980), as quais escolhidas atendendo ao sexo, idade e etnia de cada um dos indivíduos a avaliar. Posteriormente, a densidade foi convertida em percentagem de massa gorda (%MG) pela equação de Siri adaptada de Heyward e Stolarczyk (1996). A massa gorda (MG) foi determinada considerando a massa corporal e a %MG e, posteriormente, foi obtida a MLG (ambas expressos em kg). O índice de massa corporal (IMC) foi obtido através da equação $IMC = \text{peso}/\text{altura}^2$.

Por fim, o somatótipo foi determinado de acordo com Heath e Carter (1990). Para a análise do somatótipo foram utilizadas ainda duas equações que permitem a análise comparativa dos somatótipos atendendo à média global da amostra: (1) *Somatotype Dispersion Distance* (SDD): mostra o quão longe a localização do somatoponto de um indivíduo está do centróide da nossa amostra (média de somatopontos), quando presentes no somatograma (Ross e Wilson 1973); (2) *Somatotype Attitudinal Distance* (SAD): é a distância, em três dimensões, medida em unidades de componentes somatotópicas, entre um somatoponto e o centróide da nossa amostra (Carter, 2002).

3.2.2. Avaliação da qualidade vocal

Os comportamentos vocais analisados foram recolhidos numa cabine Faraday. Foram obtidos com um gravador Marantz PMD660 (Kanagawa, Japan) com um microfone unidirecional Beyerdynamic (Heilbronn, Germany), posicionado lateralmente à boca, com uma distância constante de 5 cm. O corpus foi recolhido com uma frequência de amostragem de 44100 Hz, com 16 bits, em mono e num formato não comprimido (PCM.WAV). Aos participantes foi solicitada a manutenção da postura habitual durante as gravações e que estivessem descalços.

A produção sustentada das vogais [u], [i], [a] foram os três comportamentos vocais solicitados e posteriormente avaliados. Estas vogais foram selecionadas na medida em que correspondem a posições extremas do triângulo vocálico.

A análise dos comportamentos vocais foi feita com o *software Praat 5.3.23* (Boersma & Weenink, 2012). As medidas acústicas foram recolhidas automaticamente com base na seleção de uma porção de sinal, correspondendo, assim, a valores médios. Para as vogais, selecionou-se cerca de 1,5 segundos de sinal, numa zona medial, dado que representa uma amostra com maior estabilidade. Estes comportamentos vocais foram realizados num tom e nível de intensidade confortáveis (Parsa & Jamieson, 2001). Foram recolhidos dois corpora para cada vogal, sendo posteriormente selecionada a amostra mais representativa (do tom natural e da intensidade habitualmente usada pelo falante em causa) para a análise acústica (Parsa & Jamieson, 2001). Os parâmetros acústicos foram obtidos de uma forma automática da porção de sinal selecionado para a análise. Os parâmetros acústicos considerados foram: frequência fundamental (f0), desvio padrão de f0 (DP f0), primeiro formante (F1), segundo formante (F2), terceiro formante (F3), quarto formante (F4), intensidade do sinal acústico, *jitter*, *shimmer* e *harmonic-to-noise ratio* (HNR).

Para além da análise acústica, os indivíduos também foram avaliados por um médico Otorrinolaringologista, através de uma nasoendoscopia. A análise da voz falada realizada foi baseada no Exame Laríngeo proposto por Sataloff (2005). Estas avaliações permitiram a categorização dos falantes de acordo com a presença ou ausência de patologia vocal: falantes normais e disfónicos. Foi considerada a presença de perturbação vocal ou disфонia quando um falante tinha: (a) queixas vocais por mais do que 15 dias, (b) evidência de lesão estrutural e/ou (c) alterações na dinâmica da laringe que eram refletidas percetiva e acusticamente. Consequentemente, um falante era classificado como disfónico quando evidenciava duas ou mais destas condições. Considerou-se, ainda, que queixas vocais eram problemas vocais permanentes ou frequentes não relacionados com patologias do trato respiratório ou com situações alérgicas (Guimarães & Abberton, 2005).

3.3. Análise estatística

Os dados foram analisados com o *software IBM SPSS Statistics 20* (SPSS Corporation, Chicago, IL). O nível de significância considerado foi de 5%.

Para a caracterização da amostra recorreu-se à estatística descritiva, nomeadamente a médias e desvios padrão (DP) para as variáveis contínuas, e a frequências e percentagens para as variáveis categóricas.

Para se identificar as variáveis morfológicas (endomorfismo, mesomorfismo, ectomorfismo, massa corporal, DC, MG, %MG, MLG, IMC) que predizem significativamente as variáveis acústicas (f0, DP f0, F1, F2, F3, F4, intensidade, jitter, shimmer e HNR) e a disфонia, procedeu-se a análises de regressão multivariada.

4. Resultados

Os falantes que participaram neste estudo estão caracterizados na Tabela 1, de acordo com os seus dados demográficos.

CONSEQUÊNCIAS DA COMPOSIÇÃO CORPORAL NA PRODUÇÃO DO PE

Tabela 1. Medidas descritivas (médias e DP) das características morfológicas (altura, massa corporal, endomorfismo, mesomorfismo e ectomorfismo) para os falantes normais e disfônicos, de acordo com o sexo (N = 74).

Falantes		Altura (cm)	Massa corporal (kg)	Endo	Meso	Ecto
Masculino	Normais	175,80 (7,00)	74,11 (14,03)	4,39 (1,87)	4,20 (1,52)	2,50 (1,62)
	Disfônicos	172,70 (5,74)	74,88 (12,89)	4,35 (1,53)	4,65 (1,28)	1,81 (1,24)
	Total	174,65 (6,65)	74,40 (13,43)	4,37 (1,73)	4,37 (1,43)	2,24 (1,51)
Feminino	Normais	162,11 (5,36)	59,68 (11,96)	5,32 (1,77)	3,46 (1,36)	2,34 (1,23)
	Disfônicos	160,67 (5,24)	59,88 (11,69)	5,37 (1,53)	4,06 (1,13)	1,98 (1,23)
	Total	161,37 (5,28)	59,78 (11,66)	5,34 (1,63)	3,77 (1,27)	2,15 (1,23)

Para o parâmetro **f0**, a análise da regressão multivariada revelou que a variável **sexo** ($F(3;69) = 88,55$, $p < 0,001^{**}$; Wilk's $\Lambda = 0,206$, $\eta^2 = 0,79$, efeito elevado) e a variável **idade** ($F(3;69) = 3,04$, $p = 0,035^{*}$; Wilk's $\Lambda = 0,883$, $\eta^2 = 0,12$, efeito médio) têm um efeito significativo na **f0**. A análise da regressão múltipla posterior mostrou que o **sexo** tem um efeito significativo na **f0** da vogal [a] ($b_{mulher} = 96,52$, $t(71) = 15,14$, $p < 0,001^{**}$), de [i] ($b_{mulher} = 119,56$, $t(71) = 12,56$, $p < 0,001^{**}$) e de [u] ($b_{mulher} = 124,92$, $t(71) = 12,22$, $p < 0,001^{**}$); a **idade** tem efeito significativo na **f0** de [a] ($b_{idade} = -0,79$, $t(71) = -2,50$, $p = 0,015^{*}$).

Para o **DP f0**, a análise da regressão multivariada evidenciou que a **disfonia** ($F(3;67) = 9,04$, $p < 0,001^{**}$; Wilk's $\Lambda = 0,71$, $\eta^2 = 0,29$, efeito elevado), a **idade** ($F(3;67) = 2,83$, $p = 0,045^{*}$; Wilk's $\Lambda = 0,89$, $\eta^2 = 0,11$, efeito médio), a **altura** ($F(3;67) = 7,03$, $p < 0,001^{**}$; Wilk's $\Lambda = 0,76$, $\eta^2 = 0,24$, efeito médio) e a componente de **ectomorfismo** ($F(3;67) = 3,56$, $p = 0,019^{*}$; Wilk's $\Lambda = 0,86$, $\eta^2 = 0,24$, efeito médio) tem efeito significativo na **DP f0**. Por sua vez, a análise da regressão múltipla revelou que a **altura** tem efeito significativo em todas as vogais (vogal [a]: $b_{altura} = -0,03$, $t(69) = -3,92$, $p < 0,001^{**}$; vogal [i]: $b_{altura} = -0,03$, $t(69) = -3,31$, $p = 0,001^{**}$; vogal [u]: $b_{altura} = -0,02$, $t(69) = -2,76$, $p = 0,007^{**}$); a **idade** e a componente de **ectomorfismo** têm efeito significativa na vogal [a] ($b_{idade} = -0,01$, $t(69) = 2,14$, $p = 0,036^{*}$; $b_{ecto} = 0,15$, $t(69) = 2,99$, $p = 0,004^{**}$) e vogal [i] ($b_{ecto} = 0,13$, $t(69) = 2,24$, $p = 0,029^{*}$); a **disfonia** tem efeito significativo no **DP f0** nas vogais [a] ($b_{normal} = -0,37$, $t(69) = -2,95$, $p = 0,004^{**}$) e [u] ($b_{normal} = -0,45$, $t(69) = -4,39$, $p < 0,001^{**}$).

Para o parâmetro **F1**, a análise de regressão multivariada revelou que a variável **sexo** ($F(3;70) = 31,59$, $p < 0,001^{**}$; Wilk's $\Lambda = 0,43$, $\eta^2 = 0,58$, efeito elevado) tem um efeito significativo em **F1**. A análise da regressão múltipla subsequente mostrou que o **sexo** tem um efeito significativo para todas as vogais (vogal [a]: $b_{mulher} = 170,90$, $t(72) = 8,81$, $p < 0,001^{**}$; vogal [i]: $b_{mulher} = 60,90$, $t(72) = 5,03$, $p < 0,001^{**}$; vogal [u]: $b_{mulher} = 26,18$, $t(72) = 2,36$, $p = 0,021$).

No caso do parâmetro **F2**, a análise de regressão multivariada mostrou que a variável **sexo** ($F(3;70) = 18,63$, $p < 0,001^{**}$; Wilk's $\Lambda = 0,56$, $\eta^2 = 0,44$, efeito elevado) tem um efeito significativo em **F2**. Posteriormente, a análise da regressão múltipla mostrou que o **sexo** tem um efeito significativo para as vogais [a] ($b_{mulher} = 199,76$, $t(72) = 7,14$, $p < 0,001^{**}$) e [i] ($b_{mulher} = 180,90$, $t(72) = 3,30$, $p = 0,001^{**}$).

Para o parâmetro **F3**, a análise de regressão multivariada evidenciou que a variável **sexo** ($F(3;70) = 27,47$, $p < 0,001^{**}$; Wilk's $\Lambda = 0,46$, $\eta^2 = 0,54$, efeito elevado) tem um efeito significativo em **F3**. Na análise da regressão múltipla verificou-se que o **sexo** tem um efeito significativo para todas as vogais (vogal [a]: $b_{mulher} = 389,16$, $t(72) = 7,17$, $p < 0,001$; vogal [i]: $b_{mulher} = 219,35$, $t(72) = 4,29$, $p < 0,001$; vogal [u]: $b_{mulher} = 227,01$, $t(72) = 4,07$, $p < 0,001$).

Para o parâmetro **F4**, a análise de regressão multivariada mostrou que a variável **sexo** ($F(3;69) = 17,27$, $p < 0,001^{**}$; Wilk's $\Lambda = 0,57$, $\eta^2 = 0,43$, efeito elevado) e a **idade** ($F(3;69) = 3,01$, $p = 0,036^{*}$; Wilk's $\Lambda = 0,88$, $\eta^2 = 0,12$, efeito médio) têm um efeito significativo em **F3**. Na análise da regressão múltipla constatou-se que o **sexo** tem um efeito significativo para todas as vogais (vogal [a]: $b_{mulher} = 269,29$, $t(71) = 3,54$, $p < 0,001^{**}$); vogal [i]: $b_{mulher} = 464,14$, $t(71) = 6,48$, $p < 0,001^{**}$; vogal [u]: $b_{mulher} = 308,23$, $t(71) = 3,65$, $p = 0,001^{**}$); a **idade** tem efeito significativo nas vogais [i] ($b_{idade} = 7,73$, $t(71) = 2,19$, $p = 0,032^{*}$) e [u] ($b_{idade} = 9,71$, $t(71) = 2,33$, $p = 0,023^{*}$).

Para o parâmetro **jitter**, a análise de regressão multivariada revelou que a **disfonia** ($F(3;69) = 11,57$, $p < 0,001^{**}$; Wilk's $\Lambda = 0,67$, $\eta^2 = 0,34$, efeito elevado) e a **idade** ($F(3;69) = 2,83$, $p = 0,045^{*}$;

Wilk's $\Lambda = 0,89$, partial $\eta^2 = 0,11$, efeito médio) têm um efeito significativo no **jitter**. A análise da regressão múltipla subsequente mostrou que a **disfonia** tem um efeito significativo para todas as vogais (vogal [a]: $b_{normal} = -0,19$, $t(71) = 3,35$, $p = 0,001^{**}$; vogal [i]: $b_{normal} = -4,88$, $t(71) = 6,48$, $p < 0,001^{**}$; vogal [u]: $b_{normal} = -0,19$, $t(71) = 4,38$, $p < 0,001^{**}$); a **idade** tem efeito significativo para a vogal [i] ($b_{idade} = -0,004$, $t(71) = -2,48$, $p = 0,015^{*}$).

Para o **shimmer**, a análise de regressão multivariada revelou que a **disfonia** ($F(3;68) = 10,31$, $p < 0,001^{**}$; Wilk's $\Lambda = 0,69$, partial $\eta^2 = 0,31$, efeito elevado), o **SAD** ($F(3;68) = 2,96$, $p = 0,039^{*}$; Wilk's $\Lambda = 0,89$, partial $\eta^2 = 0,12$, efeito médio), e a **MG** ($F(3;68) = 3,22$, $p = 0,028^{*}$; Wilk's $\Lambda = 0,88$, partial $\eta^2 = 0,12$, efeito médio) têm um efeito significativo no **shimmer**. Seguidamente, a análise da regressão múltipla efetuada revelou que a **disfonia** tem um efeito significativo para todas as vogais (vogal [a]: $b_{normal} = -1,52$, $t(70) = -4,70$, $p < 0,001$; vogal [i]: $b_{normal} = -0,64$, $t(70) = -3,14$, $p = 0,002$; vogal [u]: $b_{normal} = -0,41$, $t(70) = -3,56$, $p = 0,002$); o **SAD** tem efeito significativo na vogal [u] ($b_{SAD} = -0,125$, $t(70) = -2,27$, $p = 0,027$); e a **MG** tem efeito significativo para a vogal [a] ($b_{MG} = 0,044$, $t(70) = 2,34$, $p = 0,022$).

Por fim, para o parâmetro **HNR**, a análise de regressão multivariada mostrou que a **disfonia** ($F(3;67) = 31,60$, $p < 0,001^{**}$; Wilk's $\Lambda = 0,41$, partial $\eta^2 = 0,59$, efeito elevado), a **idade** ($F(3;67) = 5,60$, $p = 0,002^{**}$; Wilk's $\Lambda = 0,80$, partial $\eta^2 = 0,20$, efeito médio), a **massa corporal** ($F(3;67) = 6,55$, $p = 0,001^{**}$; Wilk's $\Lambda = 0,77$, partial $\eta^2 = 0,23$, efeito médio) e a componente de **mesomorfismo** ($F(3;67) = 3,30$, $p = 0,025^{*}$; Wilk's $\Lambda = 0,87$, partial $\eta^2 = 0,13$, efeito médio) têm um efeito significativo no **HNR**. A análise da regressão múltipla realizada revelou que a **disfonia** tem um efeito significativo para todas as vogais (vogal [a]: $b_{normal} = 5,79$, $t(69) = 7,30$, $p < 0,001^{**}$; vogal [i]: $b_{normal} = 3,94$, $t(69) = 5,70$, $p < 0,001^{**}$; vogal [u]: $b_{normal} = 5,16$, $t(69) = 5,16$, $p < 0,001^{**}$); a **idade** tem efeito significativo no [i] ($b_{idade} = 0,120$, $t(69) = 3,45$, $p = 0,001^{**}$); a **massa corporal** tem efeito significativo no [a] ($b_{massa\ corporal} = -0,11$, $t(69) = -2,86$, $p = 0,006$); e a componente de **ectomorfismo** tem efeito significativo para a vogal [i] ($b_{ecto} = -0,99$, $t(69) = -2,70$, $p = 0,009^{**}$).

5. Discussão

Os dados preliminares analisados neste trabalho permitem-nos supor que a anatomofisiologia do falante lhe proporciona características próprias as quais vão influenciar a sua qualidade vocal. Marcadores extralinguísticos podem ter consequências no sinal acústico produzido, evidenciado por variáveis antropométricas, as quais caracterizam a morfologia corporal.

As variáveis sexo e idade têm um efeito significativo nos parâmetros de frequência, evidenciando dados que vão de encontro ao descrito no PE (Guimarães & Abberton, 2005) mas também noutras línguas (Baken & Orlikoff, 2000; Andrews, 2006; Sussman & Sapienza, 1994; Russell et al., 1995). Facilmente se compreendem estas associações. A f_0 depende da massa transversal, do comprimento e da tensão das pregas vocais, bem como do fluxo aéreo (Hamdan et al., 2012). Atendendo à estreita relação entre o desenvolvimento da MG e da massa muscular, a qual é dependente do perfil hormonal do indivíduo (Guimarães, 2002, 2007), compreende-se que as mulheres apresentem uma dinâmica vocal distinta da dos homens. A testosterona aumenta o tamanho e espessura das pregas vocais (Hamdan et al., 2012; Beckford et al., 1985), diminuindo o número de ciclos vibratórios por unidade de tempo. Pelas mesmas razões, se compreende também a relação entre a idade e a f_0 , contudo a faixa etária estudada não é suficientemente ampla para se estudar este efeito e, neste sentido, apenas se obteve influência da idade na vogal [a]. Sabe-se, também, que o comportamento vocal (produção de vogais ou de fala encadeada) se reflete significativamente na f_0 (Russell et al., 1995; Baken & Orlikoff, 2000) tal como verificado. Verifica-se, também, que a presença de disfonia (Klingholtz, 1990; Murry et al., 1995; Guimarães & Abberton, 2005) influencia os valores de f_0 .

Fitch e Giedd (1999) indicaram evidências de associação entre o tamanho do corpo (altura ou massa corporal), o comprimento do trato vocal e os formantes, revelando diferenças na morfologia do trato vocal, tanto em falantes do sexo masculino e como do sexo feminino. A descida da laringe nos homens resulta em formantes mais baixos e em menor dispersão (Fitch & Giedd, 1999). Uma voz masculina profunda pode ser um preditor do tamanho (altura ou massa corporal total) e forma do corpo (configuração, incluindo medidas de circunferências corporais e relações derivadas dessas medidas) (Evans et al., 2006).

No entanto, apesar destes resultados e para o nosso conhecimento, nenhum estudo foi desenvolvido com falantes cuja voz indicava também características de disfonia.

Contrariamente, Collins (2000), González (2004) e Hamdan et al. (2012, 2013) não encontraram qualquer associação entre os parâmetros acústicos e o tamanho do corpo, isto é, entre características vocais e corporais!

Os resultados alcançados indicam que a disfonia tem um efeito significativo nos parâmetros de frequência, nomeadamente no *jitter* e na gama de f0 (DP f0). Interpreta-se, assim, que um falante sem disfonia apresenta menor variabilidade associada ao ciclo glótico, reconhecido no DP f0, e apresenta menor *jitter*. Estes parâmetros revelam alterações orgânicas e/ou funcionais na dinâmica laríngea. A variabilidade não voluntária na f0 está associada a fatores neurológicos, emocionais e biomecânicos, como: o acoplamento da região glótica e supraglótica, afetando a dinâmica da pressão acústica; a distribuição do muco durante a vibração das pregas vocais; a composição e assimetria das pregas vocais; bem como a falha na manutenção da contração da musculatura vocal (Brockman, Drinnan, Storck & Carding, 2011; Guimarães, 2007).

Este estudo exploratório indica que a altura e a componente de ectomorfismo revelam um efeito significativo no DP f0, na maioria das vogais. Constata-se que falantes mais altos parecem apresentar menor variabilidade de produção de gama tonal. Estes indivíduos têm um padrão de crescimento “vertical”, com musculatura em geral estirada e hipotónica. Na nossa opinião, estas características parecem dificultar a excursão da laringe durante a fonação. Julgamos que esta relação se constata apenas nas vogais [a] e [i] na medida em que estas vogais têm como característica comum a língua não estar em posição posterior, senso vogais anteriores/centrais.

Em consonância com os dados relativos à altura e ao ectomorfismo, os nossos resultados permitem verificar que falantes magros, caracterizados pela linearidade e fragilidade, com predominância de medidas de comprimento devido à acumulação mínima de gordura (Vieira & Frago, 2006), parecem conseguir produzir maior gama de f0. Atendendo a que estes indivíduos apresentam menor acumulação de gordura, facilita-lhes uma adequada dinâmica laríngea e vocal. A massa muscular laríngea pode ser recrutada maioritariamente para o desempenho fonatório, não necessitando de ser maioritariamente recrutada para a sustentação do peso do corpo e, particularmente, da cabeça (Vieira & Frago, 2006).

Constata-se, também, que o SAD e a MG têm um efeito significativo no parâmetro *shimmer*, nas vogais [u] e [a], respetivamente. Julga-se que falantes com somatótipos distintos parecem ter qualidades vocais diferentes, caracterizadas pela perturbação de intensidade vocal. Na nossa opinião, o somatótipo parece associar-se à eficiência motora das funções corporais (Sterkowicz-Przybycien, 2010), inclusivamente da respiração e da produção vocal. Falantes mais gordos parecem ter uma voz mais disfónica, caracterizada por maior perturbação de intensidade. Estes falantes também partilham de uma característica comum e essencial à produção de voz: a eficiência respiratória. Falantes com maior MG apresentam dificuldades no padrão expiratório essencial à fonação, nomeadamente, na capacidade vital, na pressão subglótica, na resistência das pregas vocais à pressão e na constrição do trato vocal (Bortolotti & Silva, 2005; Lavoie et al., 2006; Valerio et al., 2009; Salome et al., 2010).

Segundo Hauser et al. (1993), a relação entre a massa das pregas vocais e o tamanho do corpo são indicativos do tamanho do falante. A voz de indivíduos obesos é mais rouca e sopro, apresentando parâmetros mais elevados de instabilidade e crepitação, bem como variáveis de *jitter*, *shimmer* e ruído elevadas (Da Cunha et al., 2009; Bortolotti & Silva, 2005).

O padrão de distribuição de massa gorda é derivado da idade, do dimorfismo sexual, do tipo morfológico e da idade do desenvolvimento da obesidade (Carter & Heath, 1990). Variáveis como a idade e o dimorfismo sexual têm relação com a qualidade vocal, bastante descrita na literatura (Andrews, 2006; Baken & Orlikoff, 2000; Guimarães & Abberton, 2005; Russell et al., 1995; Sussman & Sapienza, 1994). Contudo, a quantidade relativa de gordura corporal é uma medida da composição corporal pouco estudada ao nível da produção de fala e parece ser fundamental no entendimento da individualidade vocal e da disfonia.

A massa corporal total e a componente de mesomorfismo têm um efeito significativo no HNR, nas vogais [a] e [i] respetivamente. Falantes mais pesados parecem ter pior qualidade vocal, caracterizada pelo índice de ruído associado ao sinal acústico. Conclui-se, desta forma, que indivíduos obesos têm maior rouquidão e um aumento dos parâmetros de perturbação (Da Cunha et al., 2009, 2011). Mais uma

vez, estas vogais partilham de características comuns: língua em posição média e avanço da língua, respetivamente. Na nossa opinião, isto ocorre devido a uma diminuição da energia do ar expirado, devido a diminuição da capacidade vital e devido a perturbação da coordenação pneumofonoarticulatória verificada em indivíduos com excesso de peso e com obesidade (Bortolotti & Silva, 2005; Lavoie et al., 2006; Valerio et al., 2009; Salome et al., 2010).

Por seu lado, constata-se que falantes predominantemente mesomorfos parecem ter uma voz menos disfónica, caracterizada por menor ruído espectral. Indivíduos mesomorfos apresentam força física, com abdominais definidos e cintura pélvica estreita, sendo visíveis os relevos musculares e as projeções ósseas (Vieira & Fragoso, 2006). Assim, a eficiência motora é facilitada pelo desenvolvimento muscular e menor deposição de MG, o que favorece a qualidade vocal produzida. Também é facilitada por características como uma superior capacidade vital e maior eficiência expiratória (Vieira & Fragoso, 2006).

Nesta experiência, concluímos que as medidas de perturbação e de ruído espectral parecem ser os parâmetros acústicos que melhor refletem fatores extralinguísticos associados à morfologia corporal. Concluímos, também, que o comportamento das vogais parece não ser linear, apesar de a vogal [a] ser o segmento fonético mais sensível às características morfológicas do falante. Por ser uma vogal mais grave? Por envolver a descida do corpo da língua e da mandíbula?

Uma das limitações deste estudo prende-se com o facto de que a amostra era basicamente endomorfa, não mostrando uma representatividade de somatótipo que nos pudesse ajudar na pesquisa de relações entre variáveis. Os valores médios de SAD e SDD refletiam essa limitação. A análise de vogais sustentadas, apenas, e não a fala encadeada também representa um constrangimento. A fala encadeada fornece pistas contextuais, segmentais e suprasegmentais, que poderão revelar informações muito interessantes sobre a morfologia do falante.

Em síntese, esta experiência sustenta a necessidade de se investigar a produção vocal à luz da morfologia do falante na medida em que se verificou que a composição corporal e o somatótipo parecem estar relacionados com a qualidade vocal. Estes dados revelam interesse no âmbito da Fonética Forense, para a identificação de falantes com base na sua individualidade articulatória e vocal (Kuwabara & Sasisaka, 1995; Ní & Gobl, 1999). Na nossa opinião, as medidas morfológicas devem ser consideradas quando se promove o desenvolvimento de competências vocais de excelência, nos profissionais vocais, e quando se considera estratégias de tratamento, na reabilitação de disfonias.

6. Conclusão

Os resultados sugerem que a composição corporal (ao nível de variáveis como a altura e a massa corporal) e o somatótipo (nomeadamente, as componentes de ectomorfismo e mesomorfismo) induzem variações específicas nos parâmetros de produção, acústicos.

Indivíduos mais gordos terão comprometimento da sua capacidade vital e da coordenação pneumofónica (Bortolotti & Silva, 2005), com consequências na eficiência glótica, produzindo uma voz mais disfónica. Por outro lado, falantes mais altos, magros e caracterizados pelo ectomorfismo parecem conseguir produzir maior gama de f_0 , devido a menor deposição de gordura no abdómen, tórax e trato vocal.

Os resultados permitem concluir que diferenças biológicas entre falantes parecem refletir-se na produção de contextos linguísticos, ao nível da fala. A necessidade de aprofundamento deste conhecimento é sustentada pelos resultados deste estudo exploratório.

Referências:

- Abercrombie, D (1967) *Elements of general phonetics*. Edinburgh, UK: U.P. Edinburgh.
- Andrews, M (2006) *Manual of voice treatment - Pediatrics through geriatrics* (3rd ed.). New York, NY: Delmar Edition.
- Baken, R J & Orlikoff R F (2000). *Clinical measurement of speech and voice*. San Diego, CA: Singular Publishing Group.
- Barsties B, Verfaillie R, Roy N & Maryn Y (2013) Do body mass index and fat volume influence vocal quality, phonatory range, and aerodynamics in females? CODAS, 25, 310–318.
- Beckford N S, Schain D, Roor S R & Schanbacher B (1985) Androgen stimulation and laryngeal development. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 94, 634–640.

- Behlau M & Pontes P (1995) *Avaliação e tratamento das disfonias*. São Paulo: Editora Lovise.
- Boë L J, Badin P, Ménard L, Captier G, Davis B, MacNeilage P, Sawallis P & Sawallis T R (2013) Anatomy and control of the developing human vocal tract: A response to Lieberman. *Journal of Phonetics*, 41, 379–392.
- Boersma P & Weenink D (2012) *Praat: doing phonetics by computer* (Version 5.3.23) [Computer software]. Retrieved 1 June 2012 from <http://www.praat.org/>
- Bortolotti P & Andrada e Silva M A (2005) Caracterização da voz de um grupo de mulheres com obesidade mórbida acompanhadas no setor de cirurgia bariátrica da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. *Distúrbios da Comunicação*, 17, 149–160.
- Branco T (2012) *Predictors and methological issues in tracking total body fat mass, trunk fat, mass and abdominal fat mass changes in a weight loss intervention with overweight and obese women*. Dissertação de doutoramento. Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Cruz Quebrada.
- Brockman M, Drinnan M J, Storck C & Carding P N (2011) Reliable jitter and shimmer measurements in voice clinics: the relevance of vowel, gender, vocal intensity, and fundamental frequency effects in a typical clinical task. *Journal of Voice*, 25, 44–53.
- Brozek J, Grande F, Anderson J T & Keys A (1963) Densitometry analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 110, 113–140.
- Caninas M P (2002) *Tendência secular: morfologia e pretação motora numa prova de handgrip*. Tese de mestrado. Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Cruz Quebrada.
- Carter J E L (2002) *The Heath-Carter anthropometric somatotype: Instruction manual*. San Diego State, CA: University San Diego.
- Carter L, Heath B (1990) *Somatotyping development and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Collins S A (2000) Men's voices and women's choices. *Animal Behaviour*, 60, 773–780.
- Da Cunha M G, Passerotti G H, Weber R & Zilberstein B (2009) Morbid obesity and its relationship to voice alterations. *ABCD Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva*, 22, 76–81.
- Da Cunha M G, Passerotti G H, Weber R & Zilberstein B (2011) Voice feature characteristics in morbid obese population. *Obesity Surgery*, 21, 340–344.
- Douglas C R & Oncins M (2013) Fundamentos fisiológicos para motricidad orofacial. In F Susanibar, D Parra & A Dioses (Eds.), *Motricidad orofacial - Fundamentos basados en praticas* (pp. 111–139). Madrid, Spain: Editorial EOS.
- Durnin J & Womersley J (1974) Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32, 77–97.
- Evans S, Neave N & Wakelin D (2006) Relationships between vocal characteristics and body size and shape in human males: an evolutionary explanation for a deep male voice. *Biological Phychology*, 72, 160–163.
- Evans S, Neave N, Wakelin, D & Hamilton C (2008) The relationship between testosteron and vocal frequencies in human males. *Physiology & Behavior*, 93, 783–788.
- Feliz A (2003) *A composição corporal em idades compreendidas entre os 10 e os 80 anos*. Tese de mestrado. Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Cruz Quebrada.
- Fitch T & Giedd J (1999) Morphology and development of the human vocal tract: a study using magnetic resonance imaging. *Journal of Acoustical Society of America*, 106, 1511–1522.
- Fragoso I (1992) *Normas antropométricas da população infantil de Lisboa - Metodologia*. Lisboa: Câmara Municipal de Lisboa.
- Fragoso, I., & Vieira, F. (2011). *Cin antropometria. Curso Prático*. Cruz Quebrada: Edições FMH.
- Franco D, Martins F, Andrea M, Fragoso MI, Carrão L & Teles J (2014). Is the sagittal postural alignment different in normal and dysphonic speakers? *Journal of Voice*, 28, 523.e1–523.e8.
- González J (2004) Formant frequencies and body size of speaker: a weak relationship in adult humans. *Journal of Phonetics*, 32, 277–287.
- Guimarães I (2002) *An electrolaryngographic study of dysphonic portuguese speakers* (Dissertação de doutoramento. University of London, London.

- Guimarães, I. (2007) *A ciência e a arte da voz humana*. Alcabideche: Escola Superior de Saúde de Alcoitão.
- Guimarães I & Abberton E (2005) Fundamental frequency in speakers of portuguese for different voice samples. *Journal of Voice*, 19, 592–606.
- Hamdan A L, Al Barazi R, Khneizer G, Turfe Z, Sinno S, Ashkar J & Tabri D (2013) Formant frequency in relation to body mass composition. *Journal of Voice*, 27, 567–571.
- Hamdan A L, Al Barazi R., Tabri D, Saade R, Kutkut I, Sinno S & Nassar J (2012) Relationships between acoustic parameters and body mass analysis in youn males. *Journal of Voice*, 26, 144–147.
- Hamdan A L, Safadi B, Chamseddine G, Kasty M, Turfe Z A, Ziade G (2014) Effect of weight loss on voice after bariatric surgery. *Journal of Voice*, 28, 618–623.
- Hauser M D, Evans C S & Marler P (1993) The role of articulation in the production of rhesus monkey (*Macaca Mulatta*) vocalizations. *Animal Behaviour*, 45, 423–433.
- Jackson AS, Pollock M L & Ward A (1980) Generalized equations for predicting body density of women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 12, 175–181.
- Klingholtz F (1990) Acoustic recognition of voice disorders: a comparative study of running speech versus sustained vowels. *Journal of Acoustical Society of America*, 87, 2218–2224.
- Kuwabara H & Sagisaka Y (1995) Acoustic characteristics of speaker individuality: control and conversation. *Speech Communication*, 16, 165–173.
- Laver J (1980) *The phonetic description of voice quality*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Laver J & Trudgill P (1979) Phonetic and linguistic markers in speech. In K. Scherer, & H. Giles (Eds.), *Social markers in speech* (pp. 1–26). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lavoie K L, Bacon S L, Labrecque M, Cartier A & Ditto B (2006) Higher BMI is associated with worse asthma control and quality of life but not asthma severity. *Respiratory Medicine*, 100, 648–657.
- Lieberman (2007). The evolution of human speech: Its anatomical and neural bases. *Current Anthropology*, 48, 39–65.
- Martin A D, Spent L F, Drinkwater D T & Clarys J P (1990) Anthropometric estimation of muscle mass in men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 22, 729–733.
- Mateus M H, Falé I & Freitas M J (2005) *Fonética e Fonologia do Português*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Minderico C C (2006) *Weight-loss in overweight nd obese women: model and methods to assess body composition changes* (Dissertação de doutoramneto. Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Cruz Quebrada.
- Murry T, Brown W & Morris R (1995) Patterns of fundamental frequency for three types of voice sample. *Journal of Voice*, 3, 282–289.
- Ní A & Gobl C (1999) Voice source variation. In W. Hardcastle, & J. Laver (Eds.) *The handbook of phonetic sciences* (pp. 281–295). Blackwell Publishing. Blackwell Reference Online. Retrieved from <http://www.blackwellreference.com/subscriber/tocnode?id=g9780631214786_chunk_g978063121478627>
- Pace N & Rathbun E N (1945) Studies on body composition - body water and chemically combined nitrogen content in relation to fat content. *The Journal of Biological Chemistry*, 158, 685–691.
- Parsa V & Jamieson D (2001) Acoustic discrimination of pathological voice. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44, 327–339.
- Petroski (1995) Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para estimativa da densidade corporal em adultos. Dissertação de doutoramento. Universidade Federal de Santa Maria, RS.
- Ross W D & Wilson B D (1973) A somatotype dispersion distance. *Research Quarterly*, 44, 372–374.
- Russel, A., Penny, L., & Pemberton, C. (1995). Speaking fundamental frequency changes over time in women: a longitudinal study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 38, 101–109.
- Sataloff R T (2005) *Professional voice: the science and art of clinical care* (3nd ed.). San Diego, CA: Plural Publishing.
- Salome C M, King G G & Berend N (2010) Physiology of obesity and effects on lung function. *Journal of Applied Physiology*, 108, 206–211.
- Santos D (2013) *Body composition in athletes: from methodology to application*. Dissertação de doutoramento. Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Cruz Quebrada.

- Silva A (2005) *Biological variability in human body composition: implication in the rules and methodology research areas*. Dissertação de doutoramento. Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Cruz Quebrada.
- Siri W E (1961) Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In J Brozek & A Henschel (Eds.), *Techniques for measuring body composition* (pp. 223–244). Washington: National Academy of Sciences - National Research Council.
- Solomon N P, Helou L B, Dietrich-Burns K & Stojadinovic A (2011) Do obesity and weight loss affect vocal function? *Seminars in Speech and Language*, 32, 31–42.
- Sterkowicz-Przybycień K (2010) Technical diversification, body composition and somatotype of both heavy and light Polish ju-jitsukas of high level. *Science & Sports*, 25, 194–200.
- Sussman, J & Sapienza C (1994) Articulatory, developmental, and gender effects on measures of fundamental frequency and jitter. *Journal of Voice*, 8, 145–156.
- Tóth T, Michalíková M, Bednarcíková L, Zivcák J & Kneppo P (2014) Somatotypes in sport. *Acta Mechanica et Automatica*, 8, 27–32.
- Valerio M A, Molly Gong Z, Wang S, Bria W F, Johnson T R & Clark N M (2009) Overweight women and management of asthma. *Women's Health Issues*, 19, 300-305.
- Vieira F & Fragoso I (2006) *Morfologia e crescimento* (2.^a ed.). Cruz Quebrada: FMH Edições.